

Aedes aegypti en Argentina y su rol como vector de enfermedades

José F. Gil^{1,2}, Paola Castillo¹, Carolina Mangudo¹, Daira N. Abán Moreyra¹, Andrés Escalada², Griselda N. Copa^{2,3}

¹Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO-CONICET).

²Instituto de Investigaciones de Enfermedades Tropicales, Universidad Nacional de Salta, Sede Oran.

³Cátedra de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta

¿Por qué es importante conocer sobre *Aedes aegypti*?

Este mosquito transmite varias enfermedades causadas por virus como son el dengue, zika, chikungunya, mayaro y fiebre amarilla (Kantor, 2016). En todas estas enfermedades el humano es reservorio del virus, al menos por un breve periodo de tiempo. En este caso decimos que las personas son reservorios dado que las mismas transportan al virus en la sangre y pueden infectar un nuevo mosquito sano. Los reservorios a partir de los cuales se habría iniciado y se mantiene la transmisión de estos virus, son primates no humanos y algunos otros animales silvestres y domésticos (Stabell et al., 2018).

Por su parte, el mosquito es considerado vector ya que al succionar sangre de una persona infectada ingiere al virus; el virus se replica dentro del mosquito y desde las glándulas salivales es inoculado y transmitido a una nueva persona sana a través de una picadura (Fig. 1).

En el caso de la fiebre amarilla, el virus que la causa se mantiene normalmente en un ciclo silvestre en el que participan como reservorios algunos monos (aulladores y capuchinos) y como vectores están involucradas otras especies de mosquitos distintas a *Ae. aegypti* (de los géneros *Haemagogus* y *Sabethes*). Sin embargo, una vez que una persona se infecta con el virus en la selva, puede llevar el virus en su sangre a un área urbana en la que *Ae. aegypti* actúa como vector y desatar así un brote o una epidemia (Litvoc y Novaes, 2018).

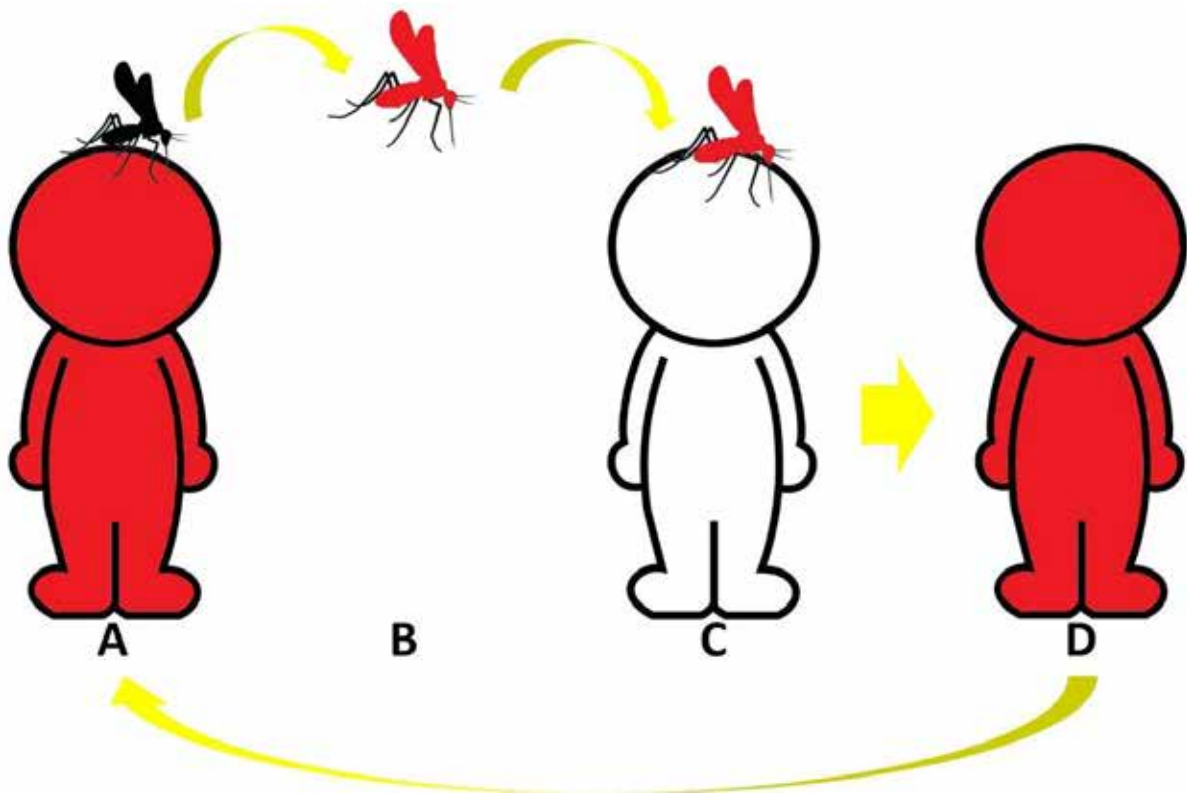


Figura 1. Ciclo de transmisión en humanos de los virus mencionados, a través del mosquito *Ae. aegypti*. La figura de la persona en color rojo representa a una persona infectada por alguno de los virus. La figura de la persona en color blanco representa a una persona sana susceptible de enfermarse. El mosquito negro es un mosquito sin virus mientras que el mosquito rojo está infectado y puede transmitir el virus. A) Una persona enferma es picada por un mosquito no infectado, B) Luego de un periodo de tiempo el virus se multiplica dentro del mosquito y puede transmitirlo a una nueva persona, C) El mosquito infectado por el virus pica a una persona sana y le inyecta el virus a dicha persona y D) El virus se reproduce dentro de la persona y esta se enferma.

¿Primero el huevo o... la larva o la pupa o el mosquito?

Normalmente el ciudadano promedio identifica a los mosquitos solo en sus formas adultas o voladoras. Sin embargo, los mosquitos cuentan con un ciclo de vida complejo con cambios muy marcados en forma, función y hábitat. Estos mosquitos cuentan con cuatro formas o estadios. De huevo pasa a larva, luego a pupa y finalmente a adulto (Fig. 2).

Adulto

Son voladores y se caracterizan por ser de color negruzco y tener anillos plateados en las patas. En el "lomo" tienen un dibujo en forma de lira, también de color plateado (Fig. 3A). Los machos son más pequeños que las hembras y tienen antenas plumosas, mientras que las hembras tienen antenas desnudas. Tanto los machos como las hembras se alimentan de soluciones azucaradas, generalmente de las plantas. Sin embargo, las hembras adultas,



Figura 2. Duración de los diferentes estadios de *Ae. aegypti* en su ciclo de vida. Los huevos pueden eclosionar al día de haber sido depositados; así mismo pueden sobrevivir varios meses a bajas temperaturas o hasta que pasa el invierno y las condiciones vuelven a ser favorables. El tiempo de duración estimado para la fase larval y pupal depende de las condiciones ambientales y los recursos. El tiempo de vida de los adultos es desconocido en el campo; la estimación que se indica en la figura, es de supervivencia de adultos en laboratorio. Los 17 días del ciclo total comprende desde el estado de huevo hasta la primera oviposición de los adultos (Quispe-Pretel et al., 2015).

una vez apareadas, se alimentan de sangre para obtener las proteínas necesarias para la maduración de sus huevos. Este mosquito prefiere succionar sangre de los humanos, aunque no es la única fuente de sangre ya que también se alimenta de aves, roedores, canes, felinos y otros primates no humanos.

Huevos

Una vez maduros, las hembras depositan los huevos en las paredes de recipientes o estructuras con agua, justo por encima del nivel del agua (Fig. 3B). Una pequeña proporción de los huevos son colocados por las hembras directamente en el agua. Los huevos son

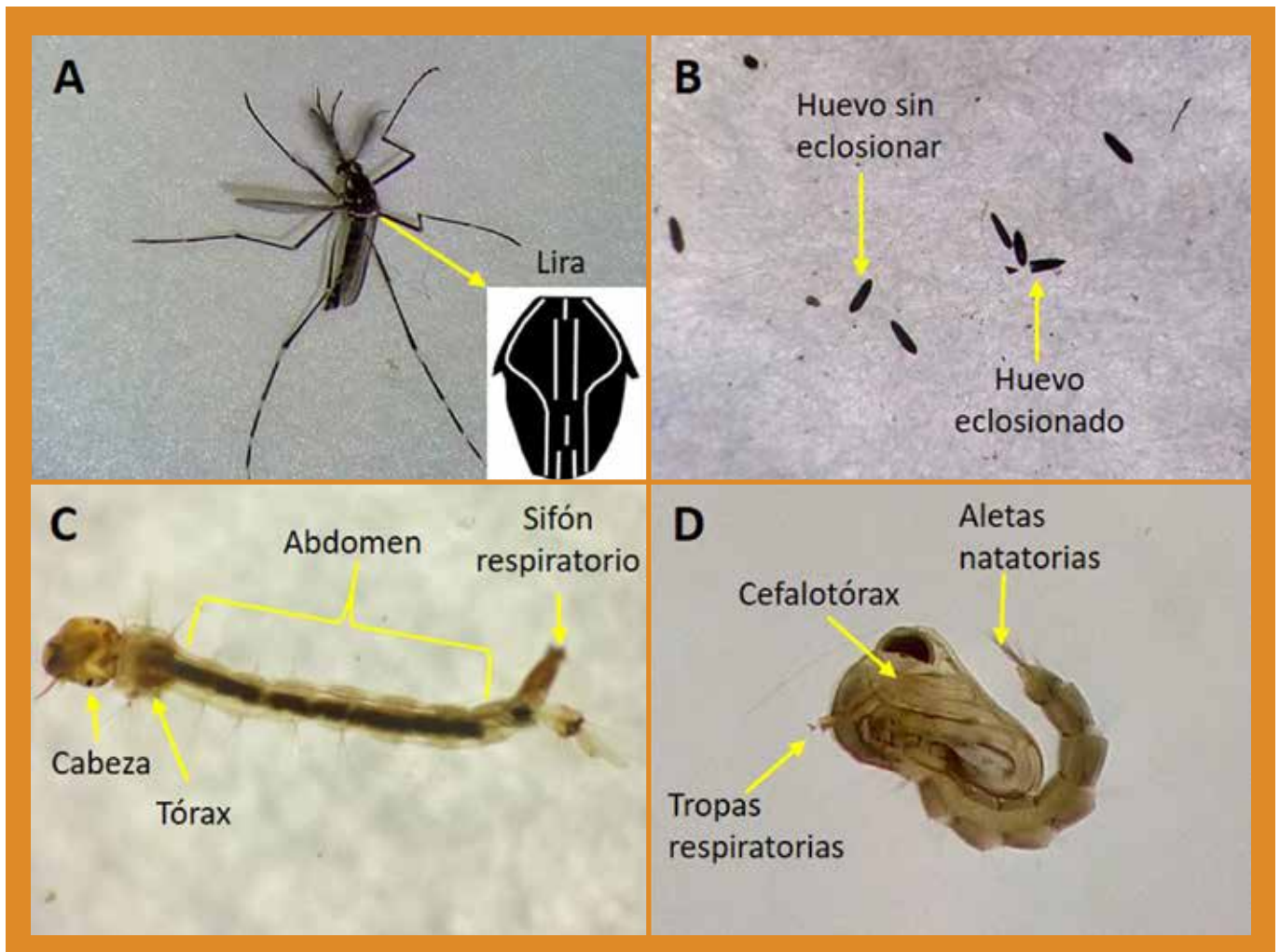


Figura 3. Estadios de *Ae. aegypti*. A) Adulto hembra. B) Huevos, C) Larva L4 (o del cuarto estadio) y D) Pupa.

pequeños de unos 2 mm de longitud, de color negro (Fig. 3B). Son resistentes a la desecación y a las condiciones adversas por lo cual logran resistir el invierno y eclosionan cuando las condiciones ambientales vuelven a ser favorables. Sin embargo, aunque los huevos sobreviven por largos períodos (hasta 15 meses en condiciones de laboratorio) la viabilidad disminuye con el tiempo. En épocas calurosas y lluviosas los huevos eclosionan rápidamente dando lugar a larvas acuáticas que se alimentan de nutrientes del medio.

Larvas

Nos pasa comúnmente que, cuando le mostramos a una persona una larva de mosquito esta dice: ¿Qué son esos gusanos? Increíblemente, a pesar de la masiva propaganda que el estado realiza como medida preventiva, solo ha llegado a generar en los ciudadanos una imagen incompleta y a veces distorsionada de los vectores implicados en la transmisión de

algunas enfermedades (Gil et al., 2017). Las larvas de *Ae. aegypti* son acuáticas, nadadoras, de respiración aérea y que pasan por 4 estadios que van desde larva 1 a larva 4 (L1, L2, L3 y L4) (Fig. 3C). Cuando se encuentran en reposo adoptan una posición casi perpendicular con respecto a la superficie del agua y se desplazan en el medio líquido con movimientos serpenteantes.

Pupas

Las pupas representan un estadio de transición entre la larva acuática y el adulto volador. Las pupas no se alimentan y se mantienen casi inmóviles la mayor parte del tiempo flotando en la superficie del agua respirando a través de las trompas respiratorias (Fig. 3D). En su interior ocurren grandes transformaciones que dan lugar al adulto y al cambio del hábitat acuático por el terrestre.

Dispersión y hábitos de *Ae. aegypti*

Los adultos, si cuentan con alimento, refugio y sitios donde colocar los huevos, normalmente no se dispersan más de 20 metros. Hay estudios que muestran que el máximo rango de dispersión mediante el vuelo es de 160 metros (Muir y Kay, 1998) y muy raramente unos 500 metros (esto último en zonas rurales; Harrington et al., 2005). Sin embargo, de manera pasiva los adultos pueden trasladarse grandes distancias en diferentes medios de transporte, por ejemplo transporte aéreos (aviones) o terrestres (autos, colectivos). Los huevos también se pueden trasladar a través de dispersión pasiva, por ejemplo en recipientes o cubiertas de ruedas, cuando las personas se mudan de una ciudad a otra.

El mosquito *Ae. aegypti* tiene hábitos típicamente domiciliarios ya sea en ámbitos urbanos o periurbanos y menos frecuentemente en ámbitos rurales o silvestres. Cuando no se encuentra alimentándose, apareándose o buscando lugares donde oviponer, reposa en las paredes de lugares oscuros y frescos como ser detrás de los muebles, en cámaras sépticas o debajo de las piletas del lavadero. Además, tienen hábitos crepusculares, lo cual quiere decir que suelen tener mayor actividad al atardecer y al amanecer.

Una cuestión muy importante a resaltar es que en ciudades medianas o pequeñas el mosquito tiende a estar presente en todas o casi todas las manzanas. Este patrón de distribución geográfica del mosquito se logra manifestar, tal vez, con un avance gradual de corta distancia en periodos de tiempo de meses o años (Aban Moreyra et al., 2018; Castillo et al., 2017).

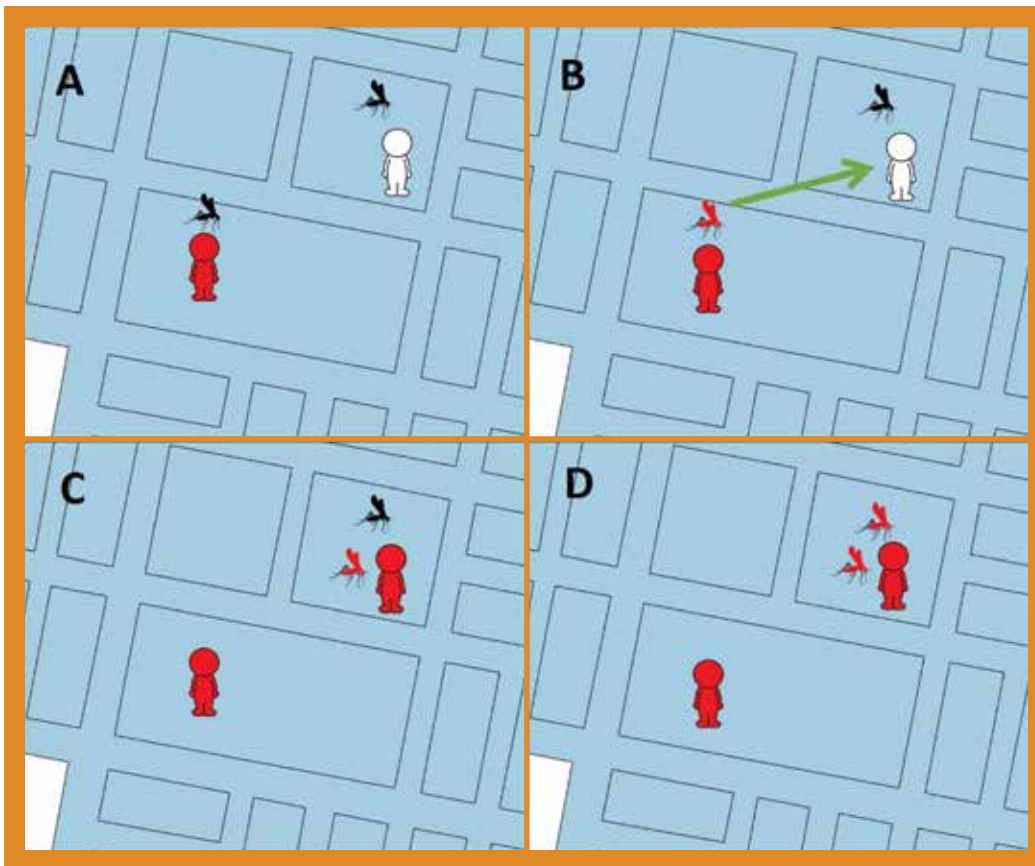


Figura 4. A) Un mosquito no infectado "sano" (negro) pica a una persona infectada (roja) recién llegada a la manzana de su casa, B) El mosquito se infecta (rojo) y se desplaza hasta la manzana del frente (flecha verde), C) el mosquito pica a la persona sana (blanca) y la infecta con el virus (en figura C) y D) Un mosquito no infectado (color negro) pica a la nueva persona infectada (color rojo) y se infecta (nuevo mosquito rojo).

Dispersión de los virus mediante el vector o las personas

Los virus que causan las diferentes enfermedades previamente mencionadas, se trasladan en el vector o en las personas infectadas. No pueden mantenerse viables fuera de estos. Entonces, la dispersión del virus en una ciudad debido a los mosquitos será de corta distancia, normalmente dentro de la misma manzana (o dentro de los 160 metros) en donde dicho mosquito se infectó a partir de una persona enferma (Fig. 4). Los mosquitos pueden potencialmente trasladar los virus grandes distancias, por ejemplo en avión, sin embargo se esperaría que esto se trate de eventos muy poco frecuentes.

Por otra parte, los reservorios urbanos de los virus son las personas y las mismas se desplazan normalmente mucho más que los mosquitos. En este sentido consideremos la siguiente situación hipotética: una persona que vuelve a Argentina, por ejemplo desde Brasil (área endémica para el dengue) puede traer consigo el virus del dengue y generar un brote o epidemia en una zona donde el mosquito (no infectado previamente) esté presente con una abundancia adecuada (Castillo-Chavez et al., 2012).

Además, una persona infectada puede realizar una dispersión del virus (dentro de una misma ciudad) tanto a larga como a corta distancia (Fig. 5A-B). En este caso larga distancia

sería, por ejemplo, una persona que se infectó en su casa ubicada en un barrio periférico y luego disemina el virus en su lugar de trabajo a varios kilómetros de su casa. Así mismo, la misma persona puede dispersar el virus a corta distancia por ejemplo llevando el virus e infectando a los mosquitos que habitan en el almacén de la esquina de su casa (Gil et al., 2016; Stoddard et al., 2013).

Las personas pueden llegar a ser las principales diseminadoras del virus debido a su amplia movilidad. Por ello es muy importante que cualquier persona que sospeche que se encuentra cursando una fase febril debido a la infección por los virus del dengue, zika o chikungunya, **USE REPELENTE** para evitar que le piquen mosquitos y que estos mosquitos a su vez se infecten y puedan diseminar el virus tanto en su propia familia como al resto de la comunidad.

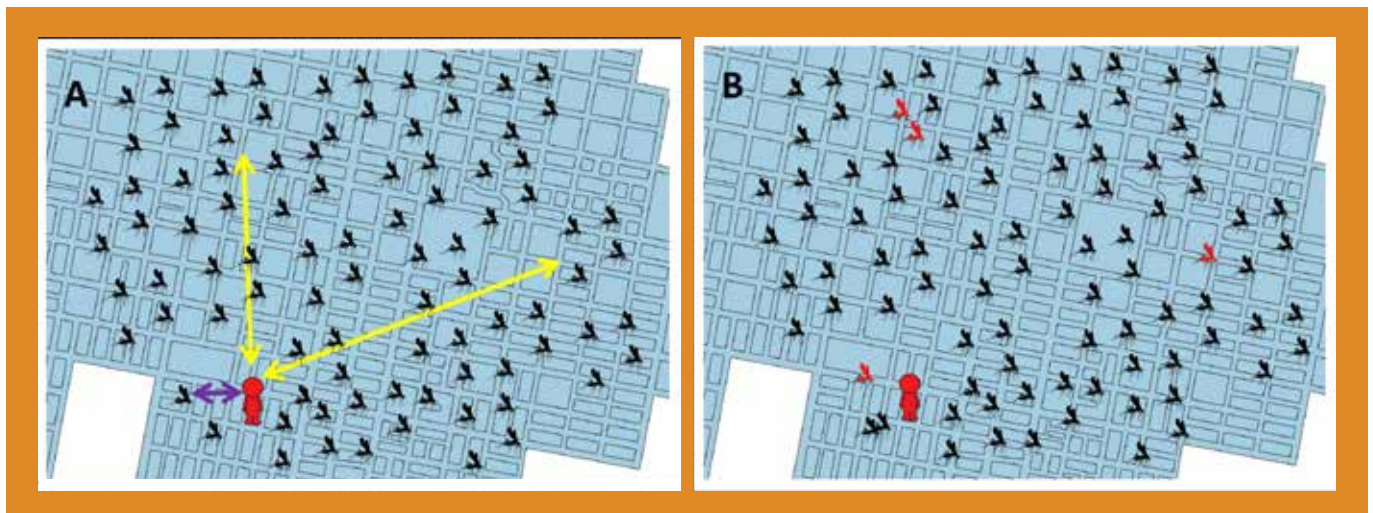


Figura 5. Diseminación de un virus dentro de una ciudad. A) Una persona en la etapa febril, infectada con un virus vuelve de viaje a su casa. Luego se desplaza al trabajo, a la casa de un familiar (larga distancia; **dos flechas amarillas**) y al almacén (corta distancia; **flecha morada**) lugares donde había mosquitos no infectados “sanos” (de color negro). Las líneas tienen flechas en ambos extremos dado que indican que la persona se desplazó hacia los otros lugares y regresó a su casa. B) Algunos de los mosquitos (rojos) resultaron infectados debido a que picaron a la persona enferma durante el desplazamiento de la misma.

Cabe destacar que las personas sirven o actúan como reservorio de los virus del dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla solo por períodos concretos. Por ejemplo en el caso del dengue, actúa como reservorio durante la fase febril que dura aproximadamente 5 días, etapa en la que el virus se encuentra circulando en la sangre y por lo tanto puede ser succionado por un mosquito sano durante su alimentación.

Antes de ser transmitido a un nuevo huésped, el virus se multiplica en el intestino del mosquito. Este periodo de tiempo se denomina período de incubación extrínseco, es dependiente de la temperatura y puede durar entre 8 y 12 días.

Es importante señalar que las hembras de *Ae. aegypti* infectadas por el virus del dengue pueden transmitir el virus de manera congénita a sus huevos (Maia et al., 2019). Si esto ocurre y los adultos que emergen de dichos huevos ya llevan consigo al virus, podría generarse un brote sin la necesidad de que una persona haga ingresar el virus desde otras regiones endémicas.

Distribución de *Ae. aegypti* en Argentina

Este mosquito se distribuye entre los 35° de latitud norte y 35° de latitud sur, pero puede extenderse hasta los 45° norte y hasta los 40° sur. En Argentina se lo ha reportado en 17 provincias incluyendo, hacia el sur, las provincias de Buenos Aires, La Pampa y Mendoza (Fig. 6A).

Normalmente, se encuentra por debajo de los 1.200 metros de altitud (Fig. 6B), aunque se ha registrado su presencia en alturas de alrededor de los 2.400 metros sobre el nivel del mar. Los factores limitantes para la distribución geográfica de este mosquito son la temperatura y las precipitaciones. En 1955 hubo una campaña contra este mosquito en Argentina, y en 1963 se consideró erradicado. En el año 1987 las provincias de Misiones y Formosa ya habían sido re-infestadas y desde allí se lo fue encontrando nuevamente en otras provincias.

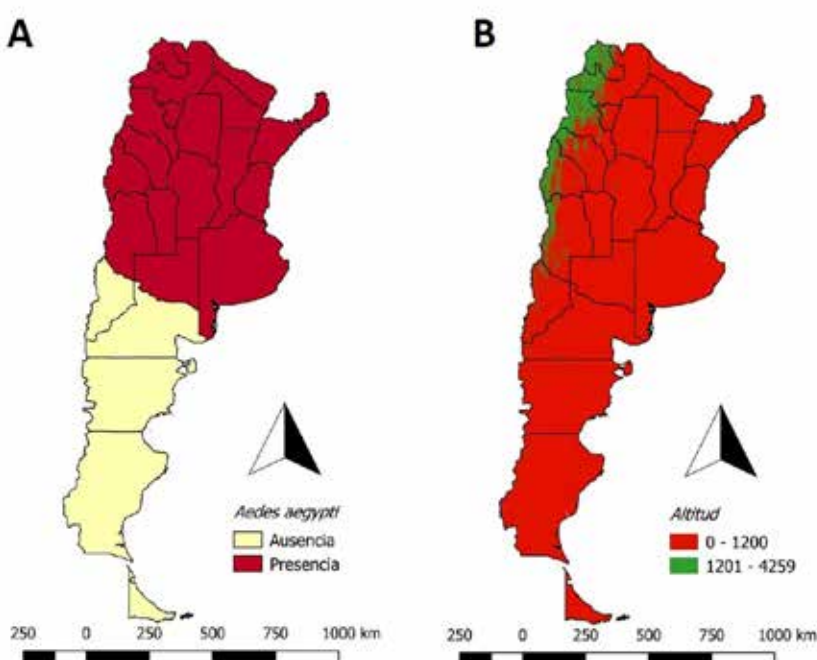


Figura 6. A) Provincias con presencia y ausencia de *Ae. aegypti*. El límite de distribución al sur está dado por las bajas temperaturas todo el año. B) Se observa el área de Argentina que se encuentra por debajo de los 1200 metros de altura sobre el nivel del mar. El límite al oeste se encuentra dado por las bajas temperaturas debidas a la altitud.

¿Cómo llegó *Ae. aegypti* a muchas partes del mundo?

Según Powell y Tabachnick, 2013, la historia natural de *Ae. aegypti* ha estado, desde un determinado momento, íntimamente ligada a la historia humana. Es conocido que el crecimiento poblacional del ser humano ha llevado aparejado una expansión geográfica importante que no solo implicó el incremento de áreas urbanas sino también de áreas para la explotación maderera, agrícola y ganadera. Con esto, la población humana ha sido responsable de una pérdida importante de biodiversidad y de la domesticación de algunas especies que antes eran silvestres.

Una de las especies domesticadas en el proceso de globalización humana fue *Ae. aegypti*. De esta manera el incremento del rango de distribución de los humanos tiene aparejado el incremento en el rango de distribución mundial de este mosquito facilitado por la gran movilidad humana. Así, estos mosquitos tienen poblaciones domésticas en todo el mundo y poblaciones "ancestrales" silvestres en África subsahariana. Inicialmente los huecos de los árboles fueron su hábitat larval y la fuente de sangre fueron otros animales no-humanos.

Muy probablemente *Ae. aegypti* llegó a América en barcos donde las condiciones eran tales que seleccionaban para un tipo doméstico. Sin embargo, no se sabe si la especie ya se había domesticado antes de la propagación mediante el transporte humano o si se domesticó en respuesta al transporte. La especie probablemente tenía una amplia distribución en África, incluyendo el norte boscoso antes de la formación del desierto del Sáhara. La parte norte del continente se secó durante los últimos 4.000-6.000 años formando el Sahara y con esto, las poblaciones a lo largo de la costa norte y alrededor del Mediterráneo se habrían aislado del área selvática ahora ubicadas al sur del Sahara (Fig. 7).

Las poblaciones en el Nuevo Mundo se derivan directamente de las poblaciones africanas, mientras que las poblaciones de Asia-Australia se derivan de las poblaciones americanas. Esto implica que el evento de domesticación ocurrió una vez y todas las poblaciones fuera de África son descendientes de ese único linaje.

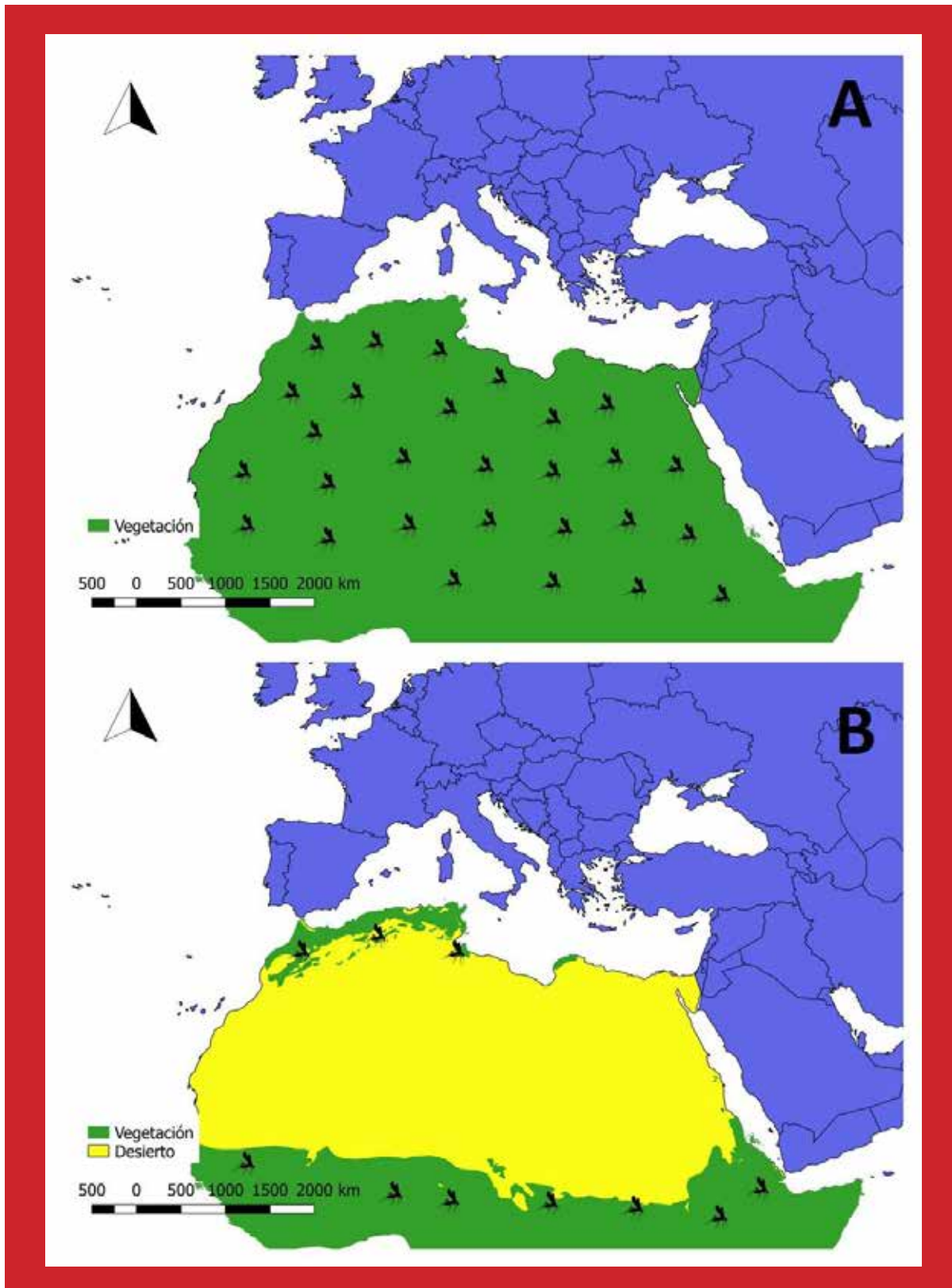


Figura 7. A) Se cree que las poblaciones de *Aedes* que dieron origen a *Aedes aegypti* domesticado tenían una amplia distribución en África con un ciclo de vida plenamente silvestre. B) La retirada de los bosques hacia el sur de África debido al avance del desierto del Sahara abrió aislado geográficamente a una población de *Ae. aegypti* en convivencia con los asentamientos humanos al norte de África lo que podría haber generado la domesticación de este mosquito (Powel y Tabachnick, 2013).

Sitios de cría de las formas inmaduras

Como se explicó más arriba, las hembras colocan sus huevos en estructuras que retienen agua y dichas estructuras pueden ser de variada índole y son agrupadas por el sistema de salud pública y la dirección de vectores de la siguiente manera:

Código	Descripción
A1	Tanques elevados
A2	Depósitos de agua al nivel del suelo (Tanque bajos, cisternas o aljibes)
B	Depósitos móviles (macetas, floreros, botellas, bebederos de mascotas, etc.)
C	Depósitos fijos (canaletas de lluvia, piletas no cloradas, resumideros, etc.)
D1	Cubiertas
D2	Basura o elementos en desuso (tapas de botellas, tarros, etc.)
E	Depósitos naturales (huecos de árboles, axilas de hojas de algunas plantas como las bromelias)

Dado que los huevos son colocados por las hembras por encima del nivel del agua, la eclosión de los mismos requiere que sean sumergidos, por ejemplo, por agua de lluvia que rebalsa el recipiente.

Por otra parte se ha planteado que las letrinas y pozos ciegos pueden ser lugares de cría masiva de *Ae. aegypti*. Si bien existen pocas investigaciones en las que se encontró a este mosquito en este tipo de acumulación de agua contaminada, muchos investigadores plantean que *Ae. aegypti* no utiliza estos sitios para cría de formas inmaduras excepto que no les quede más opciones (o sea en muy pocas ocasiones).

¿Cómo se sabe dónde y cuándo hay *Ae. aegypti*?

Para poder conocer la situación con respecto a la presencia y abundancia de este mosquito en una determinada localidad, se realizan lo que se denomina monitoreos o vigilancia entomológica. Estos monitoreos se hacen mediante el cálculo de índices de infestación (de formas inmaduras acuáticas ya sean larvas o pupas) de las viviendas o mediante el uso de ovitrampas (Chanampa et al., 2018). Esto les permite a las autoridades municipales o sanitarias locales saber de una manera aproximada sobre la presencia, distribución y abundancia de estos mosquitos y por lo tanto les permite decidir cuando y donde intervenir.

Intentos de control de *Ae. aegypti*

Dado que solo existe vacuna con muy buena eficacia para el virus que causa la fiebre amarilla y no para el resto de los virus arriba mencionados, se busca disminuir el riesgo de ocurrencia de brotes o epidemias mediante el control de las poblaciones del mosquito. Se habla de control del mosquito haciendo referencia a la disminución de las poblaciones del mismo, a un nivel que deja de significar un problema de salud pública. Control es diferente de erradicación, ya que en este último caso se habría obtenido la eliminación total del mosquito lo cual, al menos hasta ahora, parece imposible.



Figura 8. Criaderos de las formas inmaduras de *Ae. aegypti*. A) neumáticos con agua y larvas, B) hueco de árbol con agua de donde se extrajeron larvas (Mangudo et al., 2015), C y D) distintos tipos de tachos con agua y larvas.

Control focal

El control focal incluye tres intervenciones combinadas: a) el tratamiento mecánico: consiste en volcar el agua de un recipiente o en eliminar dicho recipiente, b) el tratamiento químico o biológico: este se realiza mediante larvicidas (químicos o biológicos) sobre recipientes o estructuras con agua que no pueden ser volcadas o removidas, como resumideros o tanques elevados y c) comunicación del riesgo: la visita a la vivienda debe ser aprovechada por los operarios para realizar educación para la salud (Eiman et al., 2010).

Los tanques elevados suelen ser un verdadero problema ya que rara vez son revisados para constatar la presencia de larvas debido a la dificultad para subir al techo de las viviendas. Por lo cual dichos tanques deben ser cubiertos con tela mosquitera (sostenida mediante una banda elástica) por debajo de la tapa y en el caso de que tenga larvas debe aplicarse un larvicida como puede ser el Bti (*Bacillus thuringiensis var israelensis*).

En cuanto a los depósitos al nivel del suelo se deben mantener tapados adecuadamente y aplicar larvicida si es necesario. Existen zonas en las que las precipitaciones son escasas y en las que las viviendas no cuentan con servicio de agua corriente, por lo cual la gente almacena agua en grandes tanques al nivel del suelo. Cuando estos tanques no tienen tapa se convierten en criaderos de miles de mosquitos.

Los depósitos de agua removibles como macetas vacías y botellas deben ser tratados mecánicamente volcando el agua y colocándolos con la boca o pico hacia abajo para evitar que nuevamente almacenen agua debido a las lluvias.

Los depósitos fijos como canaletas deben ser limpiados. Las piscinas se deben clorar y el dueño de casa asegurarse que si se va a ausentar por varios días, debe contar siempre con algún vecino o familiar que chequee que el desagüe de la piscina no se haya taponado y se esté juntando agua que sirva como criadero.

Los neumáticos suelen ser un problema muy particular ya que son preferidos por los mosquitos para oviponer y no es fácil volcar el agua de su interior. Si bien se les puede realizar varias perforaciones, muchas veces estas perforaciones se tapan con hojas o basura y se vuelven a llenar de agua con las lluvias (Fig. 8A). Por ello se recomienda evitar almacenar neumáticos en las viviendas, o hacerlo bajo techo.

En cuanto a los depósitos naturales, los huecos de árboles (Fig. 8B) pueden ser tapados con arena y cemento para evitar que almacenen agua que permita el desarrollo de mosquitos.

La basura y los elementos en desuso deben ser eliminados mediante el sistema de recolección de residuos del correspondiente municipio, y los propietarios de las viviendas deben asegurarse de no dejar ningún criadero de mosquitos en el patio (Fig. 8C-D).

Descacharrados y saneamiento ambiental

En algunos municipios se suelen hacer varias veces al año los famosos descacharrados. Hay que señalar respecto a esto que los descacharrados no son efectivos si se les pide a las personas que saquen ellos mismos los cacharros, ya que muchas veces sacan basura de todo tipo, pero dejan algunos criaderos intactos en los patios de sus casas. Por ello un descacharrado bien realizado implicaría que el personal del municipio y/o del sistema de salud local pueda ingresar a la vivienda a verificar y realizar los tratamientos focales correspondientes, de ser necesario. Esto no implica que el personal de salud o del municipio deba limpiar el patio de las viviendas, lo cual es responsabilidad del propietario.

Un problema que hemos detectado para realizar este tipo de intervenciones es el elevado número de viviendas que se encuentran cerradas (por ejemplo no hay nadie en la vivienda) al momento en que los operarios pasan realizando el descacharrado. En algunas ocasiones los dueños de la vivienda no viven allí. Sumado a esto existen también casas denominadas "renuentes" que son aquellas viviendas en las cuales los propietarios no permiten que se ingrese a realizar la inspección.

El saneamiento ambiental es responsabilidad compartida entre el estado y la comunidad. El servicio de recolección de residuos es fundamental y lo tiene que proveer el estado, pero la población debe aprender a no arrojar residuos a las calles (peor aún si puede almacenar agua y ser potencial criadero de mosquitos), a no generar micro basurales y a trabajar mancomunadamente con sus vecinos (Gil, 2016).

No hay que olvidar que una sola hembra puede poner entre 50 y 150 huevos por lo cual, un solo o unos pocos criaderos que no se eliminan pueden llegar a dar origen a la re-infestación de una ciudad sin importar demasiado todo el esfuerzo que hasta el momento se haya hecho para eliminar al mosquito.

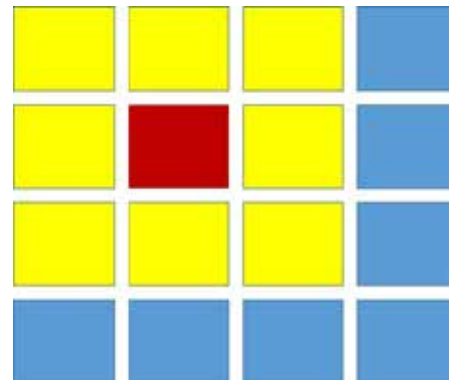
Por otra parte, en varias ocasiones cuando nos encontrábamos realizando actividades de investigación en los barrios, los vecinos nos manifestaron con enojo que el municipio no estaba fumigando. Respecto a este aspecto hay que aclarar que según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y según normativas nacionales, las fumigaciones solo deben realizarse cuando se detectan casos de infección por dengue o los otros virus. Esto se debe al menos a tres motivos:

1. Las fumigaciones solo matan una proporción de los mosquitos adultos, no tienen acción residual y no tienen efecto sobre larvas y huevos. Por lo tanto se mueren solo los adultos (y no todos) y luego emergen nuevos adultos desde los criaderos habiendo gastado insecticida innecesariamente.
2. El insecticida no es gratuito por lo cual debe usarse de manera adecuada para no derrochar fondos.
3. El uso indiscriminado de insecticidas puede dar lugar a resistencia de los mosquitos hacia dichos insecticidas. Cuando esto ocurre nos quedamos sin una importante herramienta de control para las situaciones de brote o epidemia.

Caso sospechado, caso bloqueado

Cuando se detecta un caso sospechoso de dengue, zika o chikungunya, el personal de la Dirección de Vectores, a veces en conjunto con el municipio de la ciudad afectada, realizan lo que se denomina bloqueo. Esto consiste en la aplicación de insecticidas usando equipos especiales que generan unas micro-gotas de insecticida que quedan en suspensión en el aire durante algún tiempo¹; los mosquitos pasan volando y chocan con las micro-gotas y gracias a esto mueren. El bloqueo se hace (o se debería hacer) en la manzana donde vive el caso (persona) sospechoso (o confirmado) y las ocho manzanas contiguas (Fig. 9; Eiman et al., 2010).

Figura 9. Manzana de color rojo corresponde a la que contiene la vivienda del caso sospechoso o confirmado. Las 8 manzanas amarillas corresponden a las manzanas que también deben ser fumigadas.



El rociado espacial y la cortina de humo

Cuando una epidemia se desata, además de intensificar todas las intervenciones mencionadas anteriormente, se realiza un rociado espacial usando una máquina que es transportada en una camioneta. La misma circula aplicando el producto por todas las calles de la ciudad afectada. Este rociado también genera micro-gotas contra las cuales chocan los mosquitos mientras vuelan (Eiman et al., 2010).

¹-Este tipo de aplicación del insecticida se denomina nebulización en frío.

Para las fumigaciones contra los mosquitos en los momentos de brote o epidemia, se utilizan compuestos denominados piretroides. Los piretroides están presentes en el repelente que usamos cotidianamente y en el aerosol que usted usa para matar mosquitos en su casa. Por lo tanto puede deducir que las fumigaciones con piretroides no son peligrosas para las personas. Sin embargo existe contraindicación de uso en presencia de embarazadas y recién nacidos (Vanegas, 2012).

Aquí vamos a aprovechar para desmitificar la famosa fumigación aérea ya que ésta es solo una cortina de humo. Las fumigaciones aéreas no generan el tamaño de micro-gota que se necesita para matar a *Ae. aegypti*. Además, se podrán imaginar que gran cantidad del producto se lo lleva el viento y no llega al interior de las viviendas donde se esconden estos mosquitos. ¿Esta fumigación es más dañina para las personas que la fumigación terrestre? La respuesta es no; incluso son menos efectivas o quizá nada efectivas contra el mosquito. Aquí debemos ser categóricos y aclarar que la fumigación aérea sobre de una ciudad con herbicidas como el glifosato, sí es un delito.

Los problemas de los que no se habla

Actualmente el paradigma dominante en epidemiología y salud pública reconoce que las casusas de las enfermedades actúan a diferentes escalas y niveles de complejidad. El nivel más amplio y complejo está representado por las condiciones socioeconómicas y ambientales.

Nos parece relevante señalar dos de los aspectos socioeconómicos problemáticos que hemos detectado durante nuestro trabajo en terreno. Los operarios contratados para monitorear y descacharrar cuentan con salarios precarios; una persona mal pagada difícilmente pueda hacer bien su trabajo. Además, se le suele echar la culpa a la gente pobre de ser poco higiénicos y desordenados y por lo tanto de ser culpables de la presencia del mosquito. Sin embargo, las personas entrevistadas declaran estar preocupadas por conseguir el alimento para su familia en el día a día, y por lo tanto el problema del dengue no es para ellos una prioridad. En un sentido más amplio la pobreza estructural es uno de los determinantes más importantes de enfermedades como el dengue, zika y chikungunya.

Finalizando, las medidas de control de *Ae. aegypti* sugeridas por la Organización Mundial de la Salud parecen muy buenas. Sin embargo, las experiencias en todos los países de Latinoamérica no han venido siendo muy efectivas. ¿Será que las recomendaciones no se cumplen exactamente como se recomienda? ¿Será que las recomendaciones son inalcanzables con el presupuesto que los gobiernos locales destinan para este fin? Lo único que podemos decir hasta ahora, es que el control de *Ae. aegypti* sigue siendo solo un intento, que sin presupuesto para salud, ciencia y tecnología va a ser imposible de realizar.

REFERENCIAS

- Abán Moreyra D, Escalada A, Castillo P, Copa GN, López W, Laci C, Nasser JR, Gil JF. 2018. Variación en la oviposición de *Aedes aegypti* tras intervenciones anti vectoriales en San Ramón de la Nueva Orán. Jornadas Interdisciplinarias de Investigación. San Ramón de la Nueva Orán. Salta Argentina: 2.
- Castillo P, Chanampa M, Copa N, Mangudo C, Escalada A, Guanuco N, Aparicio J, Gleiser R, Gil J. 2017. Análisis de la variación espacial de *Aedes aegypti* mediante ovitrampas, usando diferentes sustratos, en la localidad de Hipólito Yrigoyen del norte de Salta. XVIII Simposio Internacional sobre Enfermedades Desatendidas. Buenos Aires, Argentina.
- Castillo-Chavez C, Aparicio J, Gil J. 2012. Capítulo: Roles of host and pathogen mobility in epidemic outbreaks: mathematical, modeling and epidemiological challenges. En BIOMAT 2011: International Symposium on Mathematical and Computational Biology. Edited by Rubem P Mondaini: 204-220..
- Chanampa M, Gil J, Aparicio J, Castillo P, Mangudo C, Copa G, Gleisser R. 2018. Field comparison of oviposition substrates used in ovitraps for *Aedes aegypti* surveillance in Salta, Argentina. Journal of Applied Entomology. 1-8.
- Eiman M, Introini MV, Ripoll C. 2010. Directrices para la prevención y control de *Aedes aegypti*. Dirección de Enfermedades Transmisibles por Vectores - Ministerio de Salud de la Nación.
- Gil JF. 2016. Consideraciones para la construcción de un nodo de Infraestructura de datos espaciales en salud pública de la provincia de Salta. Infraestructura de datos espaciales de Argentina. ISBN: 978-987-4101-14-3. Neuquén: 7-20.
- Gil JF, Copa GN, Almazán M, Aramayo L, Guantay E, Fleitas P, Castillo PM, Chanampa M, Escalada A, Kehl S, Zabala B, Aban Moreyra D, Díaz Fernández M, Díaz JP, Marcó R, Nasser JR. 2017. Estudio sobre el conocimiento, de maestros del nivel primario del norte de Salta, sobre dengue, zika, chikungunya y leishmaniasis cutánea. XVIII Simposio Internacional sobre Enfermedades Desatendidas. Buenos Aires, Argentina: 80.
- Gil JF, Palacios M, Krolewiecki AJ, Cortada P, Flores R, Jaime C, Arias L, Villalpando C, Alberti D´Amato AM, Nasser JR, Aparicio JP. 2016. Spatial spread of dengue in a non-endemic tropical city. Acta Tropica. 158:24-31.
- Harrington LC, Scott TW, Lerdthusnee K, Coleman RC, Costero A, Clark GG, JONES JJ, Kitthawee S, Kittayapong

- P, Sithiprasasna R, Edman JD. 2005. Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. *Am J Trop Med Hyg.* 72:209–20.
- Kantor IN. 2016. Dengue, Zika y Chikungunya. *Medicina (B Aires).* 76(2):93-7.
- Maia LMS, Bezerra MCF, Costa MCS, Souza EM, Oliveira MEB, Ribeiro ALM, Miyazaki RD, Shlessarenko RD. 2019. Natural vertical infection by dengue virus serotype 4, Zika virus and Mayaro virus in *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus*. *Med Vet Entomol.* 33(3):437-442.
- Mangudo C, Aparicio JP, Gleiser RM. 2015. Tree holes as larval habitats for *Aedes aegypti* in urban, suburban and forest habitats in a dengue affected area. *Bulletin of Entomological Research.* 1-9.
- Muir LE, Kay BH. 1998. *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. *Am J Trop Med Hyg.* 58:277–82.
- Powell JR, Tabachnick WJ. 2013. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* - A Review. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* Vol. 108 (Suppl. I): 11-17.
- Quispe-Pretel E, Carbajal-Villaverde A, Gozzer-Fernández J, Moreno-Rodríguez B. 2015. Ciclo biológico y Tabla de Vida de *Aedes aegypti*, en laboratorio: Trujillo (Perú), 2014. *REBIOLEST* 2015; 1(3): e47.
- Stabell AC, Meyerson NR, Gullberg RC, Gilchrist AR, Webb KJ, Old WM, Perera R, Sawyer SL. 2018. Dengue viruses cleave STING in humans but not in nonhuman primates, their presumed natural reservoir. *Elife.* 20;7. pii: e31919
- Stoddard ST, Forshey BM, Morrison AC, Paz-Soldan VA, Vazquez-Prokopec GM, Astete H, Reiner RC, Vilcarromero S, Elder JP, Halsey ES, Kochel TJ, Kitron U, Scott TW. 2013. House-to-house human movement drives dengue virus transmission. *Proc Natl Acad Sci USA.* 110:994–9.
- Vanegas RJJ. 2012. Efecto de los plaguicidas en la reproducción humana. *Facultad Nacional de Salud Pública.* 14 (1).